



Щепочкин С.В.

Чижов А.А.

ТРАНСПОРТНАЯ ПЛАНИРОВКА ГОРОДОВ

Екатеринбург
2018

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра транспорта и дорожного строительства

Щепочкин С.В.

Чижов А.А.

ТРАНСПОРТНАЯ ПЛАНИРОВКА ГОРОДОВ

Учебно-методическое пособие

для обучающихся всех форм обучения по направлениям

08.03.01 «Строительство» (уровень бакалавриата), 08.04.01 «Строительство»
(уровень магистратуры), 08.06.01 «Техника и технология строительства»
(уровень аспирантуры) и специальности 08.05.02 «Строительство,
восстановление и техническое прикрытие автомобильных дорог,
мостов и тоннелей» (уровень специалитета)

Екатеринбург
2018

Печатается по рекомендации методической комиссии ИЛБиДС.
Протокол № 1 от 15 сентября 2017 г.

Рецензент – С.А. Чудинов, доцент кафедры ТиДС УГЛТУ.

Редактор А.Л. Ленская
Оператор компьютерной верстки Е.А. Газеева

| | | |
|-----------------------------|-------------------|----------------|
| Подписано в печать 26.10.18 | | Поз. 43 |
| Плоская печать | Формат 60x84 1/16 | Тираж 10 экз. |
| Заказ | Печ. л. 1,63 | Цена руб. коп. |

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ
Отдел оперативной полиграфии УГЛТУ

ВВЕДЕНИЕ

Современный город – это скопление на относительно небольшой территории жилых зданий, промышленных предприятий, административных, культурных и медицинских учреждений. Город является узлом железных и автомобильных дорог. Условия жизни в городе зависят от того, насколько полно налажено в нем транспортное обслуживание. Современный город, являясь административно-культурным индустриальным центром, должен иметь надежную и развитую транспортную связь со всей территорией страны. Эта связь осуществляется за счет линий воздушного флота, железных и автомобильных дорог.

Город является, как правило, и крупным узлом автомобильных дорог. Интенсивность движения на этих дорогах по мере приближения к городу увеличивается, в транспортном потоке возрастает интенсивность местного движения, и доля его становится тем большей, чем ближе дорога находится к внешней границе города. На границе города весь транспортный поток рассматривается как состоящий из двух потоков – транзита, для которого город не является конечным пунктом, и городского потока автомобилей, обслуживающих город или принадлежащих его территории. Движение транзитных автомобилей через город крайне нежелательно. Для пропуска транзитного движения предусматриваются обходные дороги с большим числом транспортных развязок (2 – 3 развязки на 10 км), позволяющие пропускать в обход города транзитные потоки высокой интенсивности.

Особое место занимают автомобильные дороги в пригородной зоне. При проходе через населенный пункт они выполняют роль улиц, на которых преобладает транзитное движение. На этих дорогах развито автобусное движение, имеется много автобусных остановок. Эти дороги в населенных пунктах являются центральными улицами с большим числом пешеходов и автомобильных стоянок. Организация движения на дорогах пригородных зон затруднена близостью расположения зданий и сооружений к проезжей части и интенсивным пешеходным движением.

Данное пособие – это расчетно-графическая работа, цель которой – научить обучающихся самостоятельно устанавливать по литературе [1] нормативные параметры городской улицы и дороги заданной категории, вычерчивать поперечный профиль улицы в красных линиях, определять пропускную способность улицы и пересечения, принимать с обоснованием и вычерчивать схему планировочного решения на пересечении.

1. УЛИЧНО-ДОРОЖНАЯ СЕТЬ ГОРОДА

Улично-дорожную сеть (УДС) населенных пунктов следует проектировать в виде непрерывной системы с учетом функционального назначения улиц и дорог, интенсивности транспортного, велосипедного и пешеходного движения, архитектурно-планировочной организации территории и характера застройки.

1.1. Состав улично-дорожной сети

В составе улично-дорожной сети следует выделять улицы и дороги магистрального и местного значения, а также главные улицы [1]. Категории улиц и дорог городов следует назначать в соответствии с классификацией, приведенной в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Категория улиц и дорог в зависимости от их основного назначения

| Категория дорог и улиц | Основное назначение дорог и улиц |
|---|---|
| 1 | 2 |
| Магистральные дороги: скоростного движения | Скоростная транспортная связь между удаленными промышленными и планировочными районами в крупнейших и крупных городах; выходы на внешние автомобильные дороги, к аэропортам, крупным зонам массового отдыха и поселениям в системе расселения. Пересечения с магистральными улицами и дорогами в разных уровнях |
| регулируемого движения | Транспортная связь между районами города на отдельных направлениях и участках преимущественно грузового движения, осуществляемого вне жилой застройки, выходы на внешние автомобильные дороги, пересечения с улицами и дорогами, как правило, в одном уровне |
| Магистральные улицы: общегородского значения: непрерывного движения | Транспортная связь между жилыми, промышленными районами и общественными центрами в крупнейших, крупных и больших городах, а также с другими магистральными улицами, городскими и внешними автомобильными дорогами. Обеспечение движения транспорта по основным направлениям в разных уровнях |
| регулируемого движения | Транспортная связь между жилыми, промышленными районами и центром города, центрами планировочных районов; выходы на магистральные улицы и дороги и внешние автомобильные дороги. Пересечения с магистральными улицами и дорогами, как правило, в одном уровне |
| районного значения: транспортно-пешеходные | Транспортная и пешеходная связи между жилыми районами, а также между жилыми и промышленными районами, общест- |

Окончание табл. 1.1

| 1 | 2 |
|---|---|
| пешеходно-транспортные | <p>венными центрами, выходы на другие магистральные улицы</p> <p>Пешеходная и транспортная связи (преимущественно общественный пассажирский транспорт) в пределах планировочного района</p> |
| <p>Улицы и дороги местного значения:</p> <p>улицы в жилой застройке</p> <p>улицы и дороги в научно-производственных, промышленных и коммунально-складских зонах (районах)</p> <p>пешеходные улицы и дороги</p> <p>парковые дороги</p> <p>проезды</p> <p>велосипедные дорожки</p> | <p>Транспортная (без пропуска грузового и общественного транспорта) и пешеходная связи на территории жилых районов (микрорайонов), выходы на магистральные улицы и дороги регулируемого движения</p> <p>Транспортная связь преимущественно легкового и грузового транспорта в пределах зон (районов), выходы на магистральные городские дороги. Пересечения с улицами и дорогами устраиваются в одном уровне</p> <p>Пешеходная связь с местами приложения труда, учреждениями и предприятиями обслуживания, в том числе в пределах общественных центров, местами отдыха и остановочными пунктами общественного транспорта</p> <p>Транспортная связь в пределах территории парков и лесопарков преимущественно для движения легковых автомобилей.</p> <p>Подъезд транспортных средств к жилым и общественным зданиям, учреждениям, предприятиям и другим объектам городской застройки внутри районов, микрорайонов, кварталов.</p> <p>Проезд на велосипедах по свободным от других видов транспортного движения трассам к местам отдыха, общественным центрам, а в крупнейших и крупных городах – связь в пределах планировочных районов</p> |
| <p>Примечания:</p> <p>1. Главные улицы, как правило, выделяются из состава транспортно-пешеходных, пешеходно-транспортных и пешеходных улиц и являются основой архитектурно-планировочного построения общегородского центра.</p> <p>2. В зависимости от величины и планировочной структуры городов, объемов движения указанные основные категории улиц и дорог допускается дополнять или применять их неполный состав. Если расчетные затраты времени на трудовые передвижения превышают установленные настоящими нормами, допускается при наличии специальных обоснований принимать категории магистральных улиц и дорог, приведенные в настоящей таблице для групп городов с большей численностью населения.</p> <p>3. В условиях реконструкции, а также для улиц районного значения допускается устройство магистралей или их участков, предназначенных только для пропуска средств общественного транспорта, с организацией трамвайно-пешеходного, троллейбусно-пешеходного или автобусно-пешеходного движений.</p> <p>4. В исторических городах следует предусматривать исключение или сокращение объемов движения наземного транспорта через территорию исторического ядра общегородского центра: устройство обходных магистральных улиц, улиц с ограниченным движением транспорта, пешеходных улиц и зон, размещение стоянок автомобилей преимущественно по периметру этого ядра.</p> | |

1.2. Расчетные параметры улично-дорожной сети и выбор поперечного профиля улицы в красных линиях

В зависимости от основного назначения улиц и дорог согласно исходным данным (категория дорог и улиц) расчетные параметры улиц и дорог городов следует принимать по табл. 1.2 [1].

Таблица 1.2

Расчетные параметры улиц и дорог городов

| Категория дорог и улиц | Расчетная скорость движения, км/ч | Ширина полосы движения, м | Число полос движения в одном направлении | Наименьший радиус кривых в плане, м | Наибольший продольный уклон, ‰ | Ширина пешеходной части тротуара, м |
|--|-----------------------------------|---------------------------|--|-------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Магистральные дороги: | | | | | | |
| скоростного движения | 120 | 3,75 | 4 – 8 | 600 | 30 | – |
| регулируемого движения | 80 | 3,50 | 2 – 6 | 400 | 50 | – |
| Магистральные улицы: | | | | | | |
| общегородского значения: | | | | | | |
| непрерывного движения | 100 | 3,75 | 4 – 8 | 500 | 40 | 4,5 |
| регулируемого движения | 80 | 3,50 | 4 – 8 | 400 | 50 | 3,0 |
| районного значения: | | | | | | |
| транспортно-пешеходные | 70 | 3,50 | 2 – 4 | 250 | 60 | 2,25 |
| пешеходно-транспортные | 50 | 4,00 | 2 | 125 | 40 | 3,0 |
| Улицы и дороги местного значения: | | | | | | |
| улицы в жилой застройке | 40 30 | 3,00 3,00 | 2 – 3* 2 | 90 50 | 70 80 | 1,5 1,5 |
| улицы и дороги научно-производственных, промышленных и коммунально-складских районов | 50 40 | 3,50 3,50 | 2 – 4 2 – 4 | 90 90 | 60 60 | 1,5 1,5 |
| парковые дороги | 40 | 3,00 | 2 | 75 | 80 | – |

Окончание табл. 1.2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|-----------------------|----|------|------------|----|----|------------|
| Проезды: | | | | | | |
| основные | 40 | 2,75 | 2 | 50 | 70 | 1,0 |
| второстепенные | 30 | 3,50 | 1 | 25 | 80 | 0,75 |
| Пешеходные улицы: | | | | | | |
| основные | - | 1,00 | По расчету | — | 40 | По проекту |
| второстепенные | - | 0,75 | То же | — | 60 | То же |
| Велосипедные дорожки: | | | | | | |
| обособленные | 20 | 1,50 | 1-2 | 30 | 40 | — |
| изолированные | 30 | 1,50 | 2-4 | 50 | 30 | — |

Примечания.

* С учетом использования одной полосы для стоянок легковых автомобилей.

1. Ширина улиц и дорог определяется расчетом в зависимости от интенсивности движения транспорта и пешеходов, состава размещаемых в пределах поперечного профиля элементов (проезжих частей, технических полос для прокладки подземных коммуникаций, тротуаров, зеленых насаждений и др.), с учетом санитарно-гигиенических требований и требований гражданской обороны. Как правило, ширина улиц и дорог в красных линиях принимается, м: магистральных дорог – 50–75; магистральных улиц – 40–80; улиц и дорог местного значения – 15–25.

2. В условиях сложного рельефа или реконструкции, а также в зонах с высокой градостроительной ценностью территории допускается снижать расчетную скорость движения для дорог скоростного и улиц непрерывного движения на 10 км/ч с уменьшением радиусов кривых в плане и увеличением продольных уклонов.

3. Для движения автобусов и троллейбусов на магистральных улицах и дорогах в больших, крупных и крупнейших городах следует предусматривать крайнюю полосу шириной 4 м; для пропуска автобусов в часы «пик» при интенсивности более 40 ед/ч, а в условиях реконструкции – более 20 ед/ч допускается устройство обособленной проезжей части шириной 8–12 м. На магистральных дорогах с преимущественным движением грузовых автомобилей допускается увеличивать ширину полосы движения до 4 м.

4. В климатических подрайонах IА, IБ и IГ наибольшие продольные уклоны проезжей части магистральных улиц и дорог следует уменьшать на 10 %. В местностях с объемом снегоприноса за зиму более 600 м³/м в пределах проезжей части улиц и дорог следует предусматривать полосы шириной до 3 м для складирования снега.

5. В ширину пешеходной части тротуаров и дорожек не включаются площади, необходимые для размещения киосков, скамеек и т.п.

6. В климатических подрайонах IА, IБ и IГ, в местностях с объемом снегоприноса более 200 м³/м ширину тротуаров на магистральных улицах следует принимать не менее 3 м.

7. В условиях реконструкции на улицах местного значения, а также при расчетном пешеходном движении менее 50 чел/ч в обоих направлениях допускается устройство тротуаров и дорожек шириной 1 м.

8. При непосредственном примыкании тротуаров к стенам зданий, подпорным стенкам или оградкам следует увеличивать их ширину не менее чем на 0,5 м.

9. Допускается предусматривать поэтапное достижение расчетных параметров магистральных улиц и дорог, транспортных пересечений с учетом конкретных размеров движения транспорта и пешеходов при обязательном резервировании территории и подземного пространства для перспективного строительства.

10. В малых, средних и больших городах, а также в условиях реконструкции и при организации одностороннего движения транспорта допускается использовать параметры магистральных улиц районного значения для проектирования магистральных улиц общегородского значения.

Магистральная дорога регулируемого движения обеспечивает транспортную связь между районами города на отдельных направлениях и участках преимущественно грузового движения. Все это требует размещения в поперечном сечении дороги ряда планировочных элементов, каждый из которых должен выполнять определенную функцию.

Ширина дороги в красных линиях определяется их категорией и функциональным назначением и устанавливается расчетом в зависимости от интенсивности движения пешеходов и городских транспортных средств с учетом рельефа местности, требований безопасности движения и защиты окружающей среды.

Ширину технических, разделительных полос, а также полос озеленения принимают в соответствии с действующими нормативами.

Поперечный профиль улицы в красных линиях строят согласно «Рекомендациям...» [2] с учетом исходных данных (Приложение 1) результатов, определенных по формуле (2.5), числа полос движения и типовых поперечных профилей (приложение 2).

Пример определения расчетных параметров улично-дорожной сети

Согласно исходным данным (категория дорог и улиц) по СП 42.133330.2011 (СНиП 2.07.01–98) «Градостроительство» [1] определяем нормативное значение параметров дороги и заносим их в таблицу 1.3.

Таблица 1.3

Расчетные параметры улиц и дорог городов

| Категория дорог и улиц | Расчетная скорость движения, км/ч | Ширина полосы движения, м | Число полос движения в одном направлении | Наименьший радиус кривых в плане, м | Наибольший продольный уклон, ‰ | Ширина пешеходной части тротуара, м |
|---|-----------------------------------|---------------------------|--|-------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|
| Магистральная дорога регулируемого движения | 80 | 3,50 | 2 – 6 | 400 | 50 | – |

Согласно «Рекомендациям...» [2], с учетом исходных данных (ширина улиц в красных линиях 50 м), числа полос движения (табл. 1.3) и типовых поперечных профилей (Приложение 2) строим поперечный профиль улицы в красных линиях (Приложение 3, рис. 1).

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ УЛИЦЫ И ПЕРЕСЕЧЕНИЯ

Важнейшим показателем, характеризующим транспортно-эксплуатационные качества сети городских улиц, является ее пропускная способность.

Под пропускной способностью улицы понимают максимальное число автомобилей, которые могут пройти по ней в единицу времени при обеспечении заданной скорости и безопасности движения [2]. Это понятие не следует путать с пропускной способностью какого-либо сечения улицы. Так, на пересечении в одном уровне улица может иметь пропускную способность до 400 авт./ч на одну полосу, а на всем остальном протяжении – не менее 1000 авт./ч на одну полосу; следовательно, пропускная способность этой улицы будет определяться пропускной способностью пересечения.

В реальных условиях пропускную способность улицы определяет наименьшая пропускная способность одного из ее участков или сечений (пересечений, сужений проезжей части, мостов, путепроводов, кривых в плане, подъемов, спусков, участков резкого снижения скоростей движения, зон слияния и переплетения потоков и т.д.) [2].

2.1. Определение пропускной способности улицы на перегоне

Основными характеристиками транспортного потока являются скорость движения и плотность, измеряемая числом автомобилей на 1 км.

Для улиц непрерывного движения и скоростных магистралей необходимо знать пропускную способность одной полосы при заданной скорости свободного движения. Это значение рассматривается как предельная возможность полосы движения в пропуске транспортных потоков и является важнейшим показателем, характеризующим транспортно-эксплуатационные качества сети городских улиц.

Под пропускной способностью улицы на перегоне понимается максимальное число автомобилей, которые могут пройти по ней в единицу времени при обеспечении заданной скорости и безопасности движения.

Пропускная способность (N , авт./ч) дорог и улиц при непрерывном движении определяется по зависимости [2]

$$N = N_o \cdot K_n \cdot K_{cp} \cdot K_{nc} \cdot K_i \cdot K_{инт}, \quad (2.1)$$

где N_o – пропускная способность одной полосы движения, авт./час;

K_n – коэффициент, учитывающий число полос движения;

K_{cp} – коэффициент, учитывающий состав транспортного потока, выражаемый через грузовые автомобили;

K_{nc} – коэффициент, учитывающий состояние проезжей части;

K_i – коэффициент, учитывающий продольные уклоны;

K_{un} – коэффициент, учитывающий ширину полосы движения. При ширине полосы 3,5 м и более этот фактор влияния на пропускную способность городских улиц не оказывает.

Значения коэффициентов в формуле (2.1) выбирают в соответствии с дорожными условиями (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Значения коэффициентов, учитывающих дорожные условия, состав транспортного потока и число полос движения

| Показатель | Значение | | | | | |
|---------------------------------|-----------------------------|------|------------------|----------|-------------|------|
| 1. Число полос движения | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 |
| K_n | 1,8 | 2,4 | 2,9 | 3,4 | 3,9 | 4,3 |
| 2. Доля грузовых автомобилей, % | 0 | 10 | 20 | 30 | 50 | 70 |
| K_{gp} | 1,0 | 0,95 | 0,90 | 0,85 | 0,78 | 0,72 |
| 3. Тип покрытия проезжей части | Асфальтобетонное (бетонное) | | Сборное бетонное | Булыжник | Грунтовое | |
| K_{nc} | 1,0 | | 0,88 | 0,42 | 0,30 | |
| 4. Продольные уклоны, ‰ | до 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 |
| K_i при длине подъема, м: | | | | | | |
| 200 – 300 | 1,00 | 1,00 | 0,95 | 0,90 | 0,80 | 0,75 |
| 300 – 500 | 1,00 | 0,95 | 0,90 | 0,85 | 0,75 | 0,65 |
| более 500 | 0,95 | 0,93 | 0,88 | 0,82 | 0,70 | 0,60 |
| 5. Ширина полосы движения, м | 2,5 – 2,75 | | 3,0 | | 3,5 и более | |
| K_{un} | 0,90 | | 0,98 | | 1,0 | |

Говоря о плотности транспортного потока, обычно имеют в виду среднее значение, но во время движения на отдельных участках улицы может произойти уплотнение потока (за счет перестройки, смен полос движения). Такое уплотнение кратковременно и мало отражается на средней скорости потока. Так, при скорости потока 60 км/ч и средней плотности 25 авт./км возможно краткосрочное возрастание плотности до 40 авт./км [2].

Если на улице имеются пересечения в одном уровне, пропускную способность N_0 определяют с учетом пропускной способности этих пересечений, при этом пропускная способность улицы на перегонах между пересечениями может быть различной.

Характеристику плотности транспортного потока используют при расчетах загрузки улицы или какого-либо сооружения (тоннеля, эстакады, участка маневрирования). Пропускную способность полосы движения и

всей проезжей части обычно рассчитывают с учетом интервалов l между автомобилями. Эти интервалы могут быть выражены в единицах длины или времени.

Через интервалы между автомобилями можно выразить и пропускную способность одной полосы движения по зависимости [2]

$$N_o = 3600 / \Delta t_{\min} = 3600 / t_p \text{ авт./ч,} \quad (2.2)$$

где t_p – время реакции водителя, с (принять с 1-го по 5-й вариант – 3 с; с 6-го по 10-й вариант – 1,8 с; с 11-го по 20-й вариант – 1,6 с; с 21-го по 25-й вариант – 1,4 с; с 25-го по 30-й вариант – 2 с; с 35-го по 40-й – 2,8 с; с 40-го по 45-й – 2,5 с).

Пример определения пропускной способности улицы на перегоне

Для определения пропускной способности дорог и улиц при непрерывном движении необходимо найти пропускную способность одной полосы движения по зависимости (2.2).

Время реакции водителя при движении автомобиля по автомобильным дорогам при длительной работе водителя с обеспеченностью 85 %, $t_p = 3$ сек.

$$N_o = 3600 / 3 = 1200 \text{ авт./ч.}$$

Значение коэффициентов в формуле (2.1) выбираем в соответствии с исходными данными, характеризующими дорожные условия (см. табл. 2.1):

при 2-полосном движении $K_n = 1,8$;

при 30 % грузовых автомобилей $K_{gp} = 0,85$;

при асфальтобетонном покрытии $K_{нч} = 1,0$;

при длине подъема более 200 – 300 метров с уклоном 50‰ $K_i = 0,90$;

при ширине полосы движения 3,5 м $K_{ун} = 1,0$.

Пропускная способность дороги при непрерывном движении составит:

$$N = 1200 \cdot 1,8 \cdot 0,85 \cdot 1,0 \cdot 0,90 \cdot 1,0 = 1652,4 \text{ авт./ч.}$$

2.2. Определение пропускной способности на пересечении

Пересечения, которые образуют городские улицы, по характеру организации движения разделяют на две группы: пересечения в одном уровне и пересечения в разных уровнях. Последние называют транспортными развязками.

По планировочному решению пересечения в одном уровне делят на *простые*, не имеющие направляющих сооружений и организующих

движение планировочных элементов, и *канализированные*, в планировке которых имеются специальные островки, выделяющие специальные полосы на проезжей части для организации поворачивающего движения. Такие полосы, если они полностью изолированы от основного движения, по аналогии с транспортными развязками называют съездами [2].

Наиболее удобными для организации движения являются пересечения двух улиц под углом, близким к прямому. При этом поворачивающие потоки могут двигаться по оптимальным траекториям, а пешеходные переходы можно располагать по кратчайшим направлениям.

Пересечения под углами менее 60° затрудняют движение поворачивающих потоков, особенно вокруг остроугольных кварталов. Возникают трудности с пешеходными переходами: при расположении их на продолжении тротуаров длина их увеличивается; при расположении по кратчайшему направлению приходится относить их от пересечения в глубь улицы, что приводит к нарушению дисциплины пешеходного движения [3].

Термин «*пропускная способность пересечения*» понимают в несколько ином смысле, чем по отношению к полосе движения. Транспортные потоки должны проходить через одну и ту же конфликтную точку по очереди. Преимущество имеет поток, движущийся по главной дороге. Пересечение или вливание в него со стороны второстепенной дороги (направления) возможно лишь при достаточно больших интервалах между автомобилями основного потока [2].

Каждой интенсивности движения по главному направлению соответствует определенное число автомобилей второстепенного направления, которые могут пересечь или влиться в основной поток. В связи с этим понятие *пропускная способность пересечения* означает возможные соотношения интенсивностей движения на пересекающихся улицах или дорогах. Это соотношение определяется интенсивностью движения по главному направлению [2].

Пропускная способность потока на главном направлении ($N_{эл}$, авт./ч) нерегулируемого пересечения определяется по зависимости [2]

$$N_{эл} = M \frac{e^{-\left(\frac{M}{3600}\right) \cdot \Delta t_{зп}}}{1 - e^{-\left(\frac{M}{3600 \cdot \delta t}\right)}}, \quad (2.3)$$

где M – интенсивность движения основного транспортного потока, авт./час (принимается равной приведенной интенсивности движения по главному направлению, см. Приложение 1, $M = N_{прив}$);

$\Delta t_{\text{эп}}$ – граничный интервал времени для выполнения маневра, с (при пересечении двухполосной дороги $\Delta t_{\text{эп}}$ находится в пределах: при повороте налево – 10 – 13 с; при повороте направо – 6 – 8 с; *при движении в прямом направлении – 4 – 7 с*);

δt – промежуток времени между автомобилями второстепенного движения, с (на городских нерегулируемых пересечениях изменяется в довольно широких пределах: от 5,5 до 2,8 с; для легковых автомобилей $\delta t = 3,6$ –2,4 с, *среднее значение $\delta t = 3,2$ с*; для грузовых автомобилей *среднее значение $\delta t = 4$ с*).

Суммарная пропускная способность пересечения складывается из пропускной способности всех направлений движения со второстепенной улицы. Для упрощения расчета все поворачивающие потоки на пересечении приводятся к одному условному приведенному потоку.

На необорудованных пересечениях, где правом преимущественного проезда пользуются лишь автомобили основного потока, только правый поворот с главной дороги может выполняться без помех со стороны других направлений движения.

На канализированных пересечениях с отдельными полосами движения для каждого направления ($N_{\text{вт}}$, авт./ч) движения взаимные помехи испытывают только левоповоротные потоки и прямое движение с второстепенной улицы.

Интенсивность движения приведенного потока второстепенного направления определяется по зависимости [2]

$$N_{\text{вт}} = N_{\text{гл}} \cdot (K_{\text{л}} \cdot n_{\text{л}} + K_{\text{пр}} \cdot n_{\text{пр}}) + K_{\text{л}} \cdot M_{\text{л}}, \quad (2.4)$$

где $K_{\text{л}}$ – коэффициент приведения левого поворота с главной дороги на второстепенную, (табл. 2.2);

$K_{\text{пр}}$ – коэффициент приведения прямолинейного движения, табл. 2.2;

$K_{\text{пр}}$ – коэффициент приведения правого поворота с главной дороги на второстепенную, (табл. 2.2);

$n_{\text{л}}$ – доля левоповоротного потока с главной дороги (см. исходные данные – Приложение 1);

$n_{\text{пр}}$ – доля прямого потока с главной дороги (определяется в зависимости от доли левоповоротных и правоповоротных потоков);

$n_{\text{пр}}$ – доля правоповоротного потока с главной дороги (см. исходные данные – Приложение 1);

$M_{\text{л}}$ – интенсивность левого поворота с главной дороги, авт./час (определяется как $M_{\text{л}} = N_{\text{гл}} \cdot n_{\text{л}}$).

Таблица 2.2

Значение коэффициентов приведения
для различных планировочных решений

| Планировочное решение пересечения | Схема планировки пересечения* | Коэффициенты приведения, K_p | | |
|--|----------------------------------|--|---|---------------------------------------|
| | | Левый поворот с главной (второсте- пенной) дороги, K_d | Пря- моли- нейное движе- ние, $K_{пр}$ | Пра- вый по- ворот, $K_{пр}$ |
| 1. Простое необорудованное пересечение, $R \leq 10$ м | | 1,10 (1,1) | 1,00 | 0,67 |
| 2. Необорудованное пересе- чение: $10 \text{ м} < R < 25 \text{ м}$ | | 1,10 (1,1) | 1,00 | 0,45 |
| 3. Не полностью канализи- рованное пересечение: а) разделительные и на- правляющие островки на второстепенной дороге, правоповоротные съезды с переходными кривыми, главная дорога не оборудо- вана; | | 1,00 (0,85) | 0,90 | 0,27 |
| б) то же, переходно-ско- ростные полосы на главной дороге; | | 1,00 (0,85) | 0,90 | 0,10 |
| в) то же, разделение встреч- ных потоков на главной до- роге. | | 0,90 (0,65) | 0,70 | 0,10 |
| 4. Полностью канализиро- ванные пересечения с пере- ходно-скоростными поло- сами для правых поворотов. | | 0,60 (0,65) | 0,70 | 0,10 |
| 5. То же, переходно-ско- ростные полосы для левопо- воротных потоков на глав- ной дороге. | | 0,60 (0,60) | 0,70 | 0,10 |
| <p>Примечание.</p> <p>* Планировочное решение пересечения в зависимости от приведенной интенсивности движения по главному направлению ($N_{прив}$, авт./час): 400 и более – 1; 550 и более – 2; 700 и более – 3 а; 850 и более – 3 б; 1000 и более – 3 в; 1300 и более – 4; 1800 и более – 5.</p> | | | | |

Влияние пересечения на режим движения по главной улице сказывается не только в пределах самого пересечения, но и распространяется на значительную длину улицы. Это влияние наибольшее при максимальной загрузке пересечения, т.е. при работе в режиме пропускной способности. Число автомобилей в очереди, продолжительность ее существования и возникающие при этом транспортные потери определяются неравномерностью распределения автомобилей в потоке и изменением плотности пересекающихся потоков в зависимости от дорожных условий [2].

При расчете автотранспортных расходов необходимо суммировать потери от снижения скоростей движения и перепробегов, совершаемых автомобилями по различным вариантам пересечения. Перепробеги следует оценивать по расходным ставкам, которые нормируются для всей страны, а временные потери – по аналогам или по тарифным ставкам, существующим в конкретном регионе страны [2].

Пример определения пропускной способности улицы на пересечении

Пропускная способность на нерегулируемом пересечении определяется по зависимости 2.3. Значение Δt_{cp} и δt принимается с учетом исходных данных.

$$N_{эл} = 840 \cdot \frac{2,7183^{-\left(\frac{840}{3600}\right) \cdot 5,5}}{1 - 2,7183^{-\left(\frac{840}{3600 \cdot 3,6}\right)}} = 3710,71 \text{ авт./ч.}$$

Интенсивность движения приведённого потока второстепенного направления определяем по зависимости 2.4.

$$M_{л} = 3710,71 \cdot 0,25 = 927,68 \text{ авт./час.}$$

$$N_{em} = 3710,71 \cdot (0,85 \cdot 0,21 + 0,90 \cdot 0,10 + 0,27 \cdot 0,10) + 0,85 \cdot 927,68 = 1885,04 \text{ авт./ч.}$$

2.3. Определение числа полос движения

Необходимое число полос движения рассчитывают с учетом пропускной способности одной полосы при выбранной схеме организации движения и интенсивности приведенного транспортного потока. Число полос движения определяется в зависимости от приведенной интенсивности движения всего транспортного потока, движущегося по главному направлению (по улице), пропускной способности одной полосы движения, расчетного уровня загрузки движением и коэффициента многополосности.

Необходимое увеличение числа полос (n , шт.) движения (по сравнению с предельной интенсивностью движения) в зависимости от суммарной

приведенной интенсивности движения всего транспортного потока и пропускной способности одной полосы движения, определяется по следующей зависимости [2]

$$n = \frac{N_{\Sigma}}{(N_o \cdot K_n \cdot z_p)}, \quad (2.5)$$

где N_{Σ} – суммарная приведенная интенсивность движения всего транспортного потока, движущегося по главному направлению по улице, авт./ч;

N_o – пропускная способность одной полосы движения, авт./ч;

K_n – коэффициент многополосности, учитывающий снижение пропускной способности многополосной проезжей части (принимается самостоятельно в зависимости от числа полос движения и расстояний между соседними точками входа автомобилей на дорогу и выхода с нее, табл. 2.3);

z_p – расчетный уровень загрузки движением (зависит от доли грузовых автомобилей в составе транспортного потока, табл. 2.4).

Суммарная интенсивность движения (N_{Σ} , авт./ч) на пересечении определяется по зависимости [2]

$$N_{\Sigma} = N_{\text{гл}} + N_{\text{вт}}, \quad (2.6)$$

где $N_{\text{гл}}$ – пропускная способность потока на главном направлении нерегулируемого пересечения, авт./ч;

$N_{\text{вт}}$ – интенсивность движения приведенного потока второстепенного направления, авт./ч.

Таблица 2.3

Коэффициент многополосности

| Количество полос движения в одном направлении* | Расстояния между соседними точками входа на дорогу и выхода с дороги, м | | | | | |
|--|---|------|------|------|------|------|
| | до 500 | 1000 | 2000 | 3000 | 4000 | 5000 |
| | Коэффициент многополосности K_n | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 0,98 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| 2 | 0,95 | 0,98 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| 3 | 0,83 | 0,85 | 0,88 | 0,95 | 1,0 | 1,0 |
| 4 | 0,80 | 0,82 | 0,85 | 0,91 | 0,98 | 1,0 |
| 5 | 0,76 | 0,78 | 0,82 | 0,87 | 0,97 | 1,0 |
| 6 | 0,72 | 0,75 | 0,79 | 0,85 | 0,95 | 0,99 |
| 7 | 0,68 | 0,72 | 0,76 | 0,84 | 0,93 | 0,98 |
| 8 | 0,63 | 0,68 | 0,72 | 0,81 | 0,92 | 0,97 |

Примечание.

* Количество полос движения в зависимости от приведенной интенсивности движения по главному направлению ($N_{\text{прив.}}$, авт./ч) можно принять: до 400 – 1; до 550 – 2; до 700 – 3; до 850 – 4; до 1100 – 5; до 1300 – 6; до 1800 – 7; свыше 1800 – 8.

Уровень загрузки дороги движением – отношение интенсивности движения участка дороги к его пропускной способности, определяет экономичность работы автомобильного транспорта, удобство и безопасность движения. Уровень загрузки дороги движением не может быть более 1,0.

При определении уровня загрузки проектируемой и эксплуатируемой дороги следует интенсивность движения принимать равной интенсивности движения расчетного часа.

При проектировании новых дорог на конец расчетного периода следует принимать уровень загрузки по табл. 2.4.

Таблица 2.4

Расчетный уровень загрузки дороги движением

| Показатель | Значения | | | | | | |
|--------------------------------------|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1. Категория проектируемой дороги | IA | IB | IV | II | III | IV | V |
| 2. Расчетный уровень загрузки, z_p | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,7 |

Пример определения числа полос движения

На выбранном типе пересечения число полос движения главного направления должно соответствовать рекомендациям табл. 2.2, следовательно, принимаем не полностью канализированное пересечение с разделительными и направляющими островками на второстепенной дороге, правоповоротные съезды с переходными кривыми, главная дорога не оборудована.

Принятое число полос движения в одном направлении на принятом типе пересечения равно четырем. Согласно принятому типу пересечения, исходным данным, числу полос движения (см. табл. 2.2) строим поперечный профиль пересечения с его обустройством (дислокацией дорожных знаков, нанесением разметки и т.д.), Приложение 3, рис. 2.

Суммарная интенсивность движения (N_{Σ} , авт./ч) на пересечении определяется по зависимости (2.6):

$$N_{\Sigma} = 3710,71 + 1885,04 = 5595,75.$$

Необходимое увеличение числа полос движения (по сравнению с предельной интенсивностью движения) в зависимости от суммарной приведенной интенсивности движения всего транспортного потока и пропускной способности одной полосы движения при расстоянии между соседними точками входа на дорогу и выхода с дороги 5000 м определяется по зависимости 2.5.

$$n = \frac{5595,75}{1200 \cdot 1,0 \cdot 0,6} = 7,77, \text{ шт.}$$

Вывод: необходимое увеличение числа полос движения (по сравнению с предельной интенсивностью движения) в зависимости от суммарной приведенной интенсивности движения всего транспортного потока и пропускной способности одной полосы движения при расстоянии между соседними точками входа на дорогу и выхода с дороги 5000 м, при выбранной схеме организации движения, принимаем равным восьми ($n = 8$).

3. ПЛАНИРОВОЧНОЕ РЕШЕНИЕ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ

При решении вопроса планировки пересечения главным является грамотное обустройство пресечения. К обустройству дорог и улиц относятся технические средства организации дорожного движения (ограждения, знаки, разметка, направляющие устройства, сети освещения, светофоры, системы автоматизированного управления движением), озеленение, малые архитектурные формы [4].

Проектирование дислокации дорожных знаков начинают со знаков, обеспечивающих водителя общей информацией о маршруте движения, пройденном пути, направлении движения, расстояниях до узловых пунктов, названиях населенных пунктов, природных объектов, о размещении пунктов обслуживания (указательные знаки). Назначение дислокации дорожных знаков, при решении вопроса планировки пересечения, осуществляется на основе нормативных требований ГОСТ Р 52289 [5] и ГОСТ Р 52290 [6].

Разметка автомобильных дорог является эффективным средством улучшения организации и повышения безопасности движения транспорта и пешеходов. Она помогает водителю выбирать правильное положение автомобиля на проезжей части дороги, особенно в случаях сложных пересечений и примыкания, правильную скорость движения, а также служит для обозначения на дороге опасных участков. При этом очень важно обеспечить строгое соответствие разметки и устанавливаемых на дороге знаков, светофоров и других средств организации движения. Для улучшения видимости разметки в темное время суток она дополняется светоотражающими элементами [4].

Дорожная разметка, установка ограждений и направляющих устройств, при решении вопроса планировки пересечения, выполняется в соответствии с нормативными требованиями ГОСТ Р 51256 [7] и ГОСТ Р 52289 [5].

Пример планировочного решения пересечения

На принятом типе пересечения проезжая часть обозначена с помощью разметки (1.1), (1.5), (1.6), поделена на полосы движения. Разметка (1.18.1), (1.18.2) показывает направление движения по полосам. Знак

(5.15.1) показывает движение только в данных направлениях, следовательно, поворот налево запрещен, так как данный поворот не безопасен в связи с большой скоростью движения потока и загруженностью полос движения. Знаки (4.1.2) и (3.18.2) показывают, что поворот разрешен только направо в связи с тем, что не безопасно пересекать проезжую часть при данной интенсивности. Имеется специальный направляющий островок, выделенный разметками (1.16.2) и (1.16.3), который позволяет разделить транспортные потоки при повороте налево. На второстепенной дороге имеются знаки: (2.4) – уступи дорогу, (2.2) – конец главной дороги. На магистральной дороге знак – (2.1) – главная дорога, (2.3.1) – пересечение с второстепенной дорогой (Приложение 2, рис. 2). Нумерация знаков и разметки приведена в ГОСТах [6, 7].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 42.133330.2011 (СНиП 2.07.01 – 89). Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. – М., 2011 г. – 115 с.
2. Рекомендации по проектированию улиц и дорог городов и сельских поселений. – М.: ЦНИИП градостроительства, 1994 г. – 89 с.
3. Лобанов Е.М. Транспортная планировка городов / Е.М. Лобанов – М.: Транспорт, 1990 г. – 239 с.
4. Шаров А.Ю., Чижов А.А. Дорожные условия и безопасность движения: учеб. пособие. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т., 2014. – 240 с.
5. ГОСТ Р 52289–2004. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств. – М.: Стандартинформ, 2005 г. – 167 с.
6. ГОСТ Р 52290–2004. Технические средства организации дорожного движения. Знаки дорожные. Общие технические условия. – М.: Стандартинформ, 2006 г. – 125 с.
7. ГОСТ Р 51256–99. Технические средства организации дорожного движения. Разметка дорожная. Типы и основные параметры. Общие технические требования. – М.: Стандартинформ, 2000 г. – 120 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Исходные данные для определения пропускной способности улицы и пересечения

| № п/п | Значение показателя для варианта (в знаменателе для вариантов 14 ÷28) | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|---------|-----------|-----------------|----------------------|---------|--|---------|----------------------|----------|---|----------------------|-----------|----------|
| | 1 15 | 2 16 | 3 17 | 4 18 | 5 19 | 6 20 | 7 21 | 8 22 | 9 23 | 10 24 | 11 25 | 12 26 | 13 27 | 14 28 |
| 1 | Магистральная дорога скоростного движения Магистральная дорога регулир. движения | | | | | | Магистр. ул. непрерывн. движения Магистр. ул. регулир. движения | | | | Магистр. дор. регулир. движения Магистр. ул. непрерывн. движения | | | |
| 2 | 410 | 840 | 480 | 720 | 590 | 990 | 520 | 900 | 660 | 1000 | 570 | 810 | 430 | 730 |
| 3 | Асфальтобетонное | | | Сборно-бетонное | | | Бетонное | | Асфальтобетонное | | | Сборно-бетонное | | |
| 4 | Установить по СП 42.133330.2011 (СНиП 2.07.01–89) | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 200 – 300 | | более 500 | | 300 – 500 | | 200 – 300 | | более 500 | | 300 – 500 | | 200 – 300 | |
| 6 | 65 | 50 | 75 | 70 | 60 | 55 | 45 | 60 | 60 | 65 | 75 | 50 | 65 | 65 |
| 7 | Нерегулируемого | | | Регулируемого | | | Нерегулируемого | | | | Регулируемого | | | |
| 8 | 40 | 30 | 35 | 43 | 20 | 25 | 43 | 52 | 48 | 32 | 27 | 28 | 34 | 36 |
| 9 | Грузовой за легковым | | | | Легковой за грузовым | | | | Грузовой за легковым | | | Легковой за грузовым | | |
| 10 | Принять согласно рекомендациям табл. 2.2 в зависимости от приведенной интенсивности движения по главному направлению | | | | | | | | | | | | | |
| 11. а | 18 | 25 | 28 | 23 | 21 | 30 | 28 | 18 | 12 | 27 | 34 | 16 | 32 | 12 |
| б | 10 | 12 | 14 | 7 | 18 | 10 | 21 | 32 | 25 | 16 | 9 | 23 | 23 | 30 |
| в | 16 | 12 | 21 | 18 | 16 | 9 | 14 | 19 | 23 | 25 | 27 | 30 | 12 | 34 |
| <p>Примечание.</p> <p>Как правило, ширина улиц и дорог в красных линиях принимается, м:</p> <p>– магистральных дорог – 50–75;</p> <p>– магистральных улиц – 40–80;</p> <p>– улиц и дорог местного значения – 15–25.</p> | | | | | | | | | | | | | | |

Типовые поперечные профили дорог и улиц

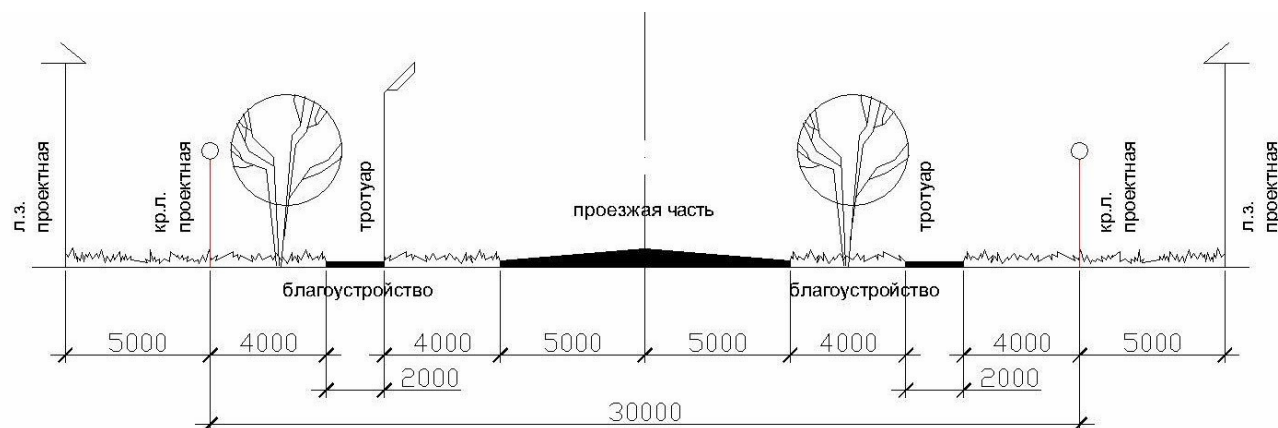


Рис. 1. Магистральная улица общегородского значения

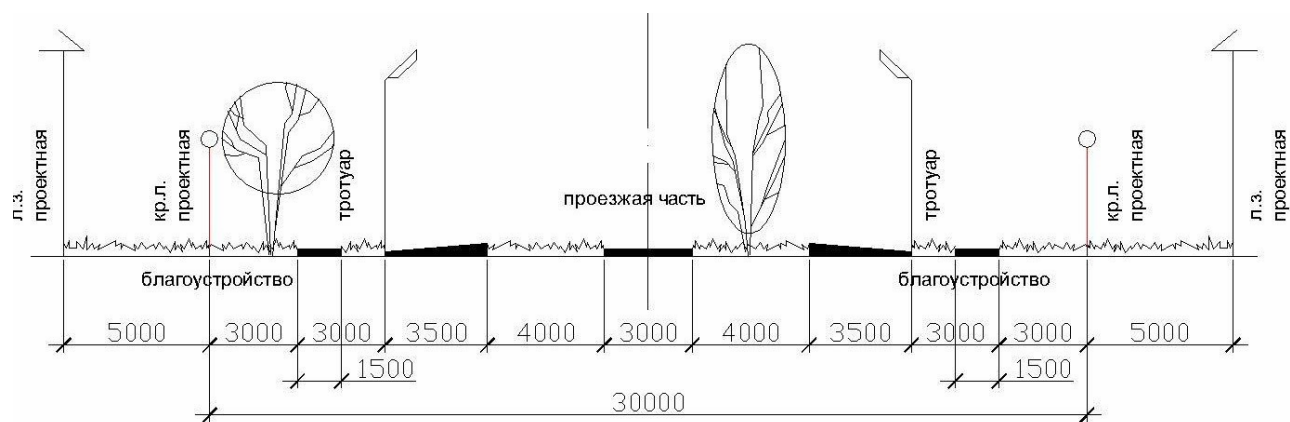


Рис. 2. Магистральная улица районного значения

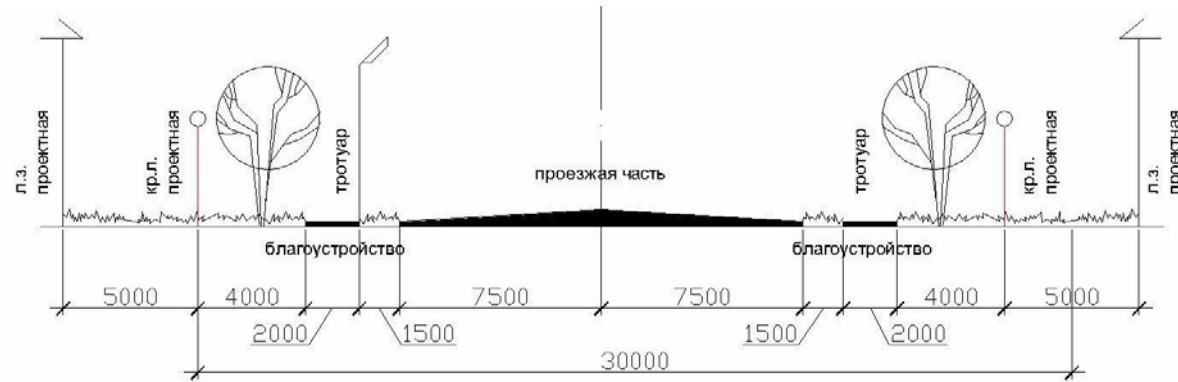


Рис. 3. Магистральная улица в жилой застройке

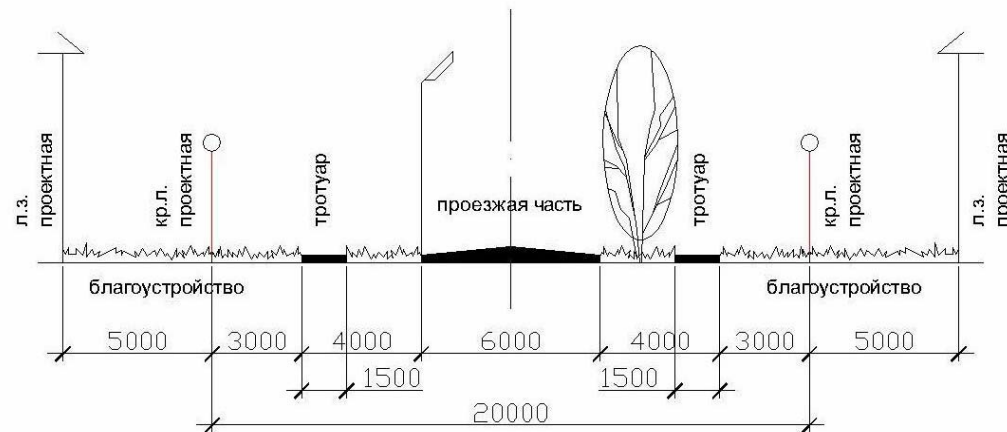


Рис. 4. Основная улица в жилой застройке

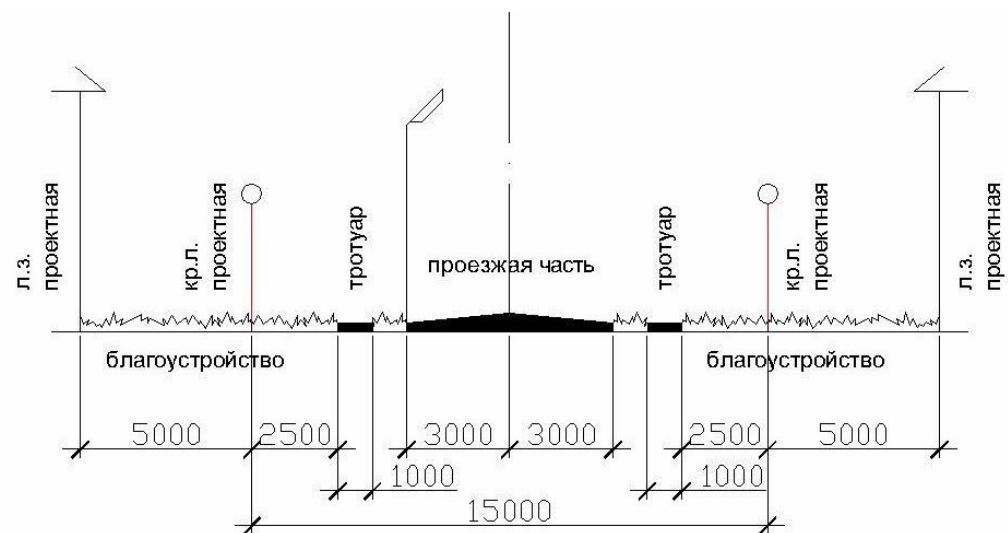


Рис. 5. Главная улица сельских поселений (поселки городского типа)

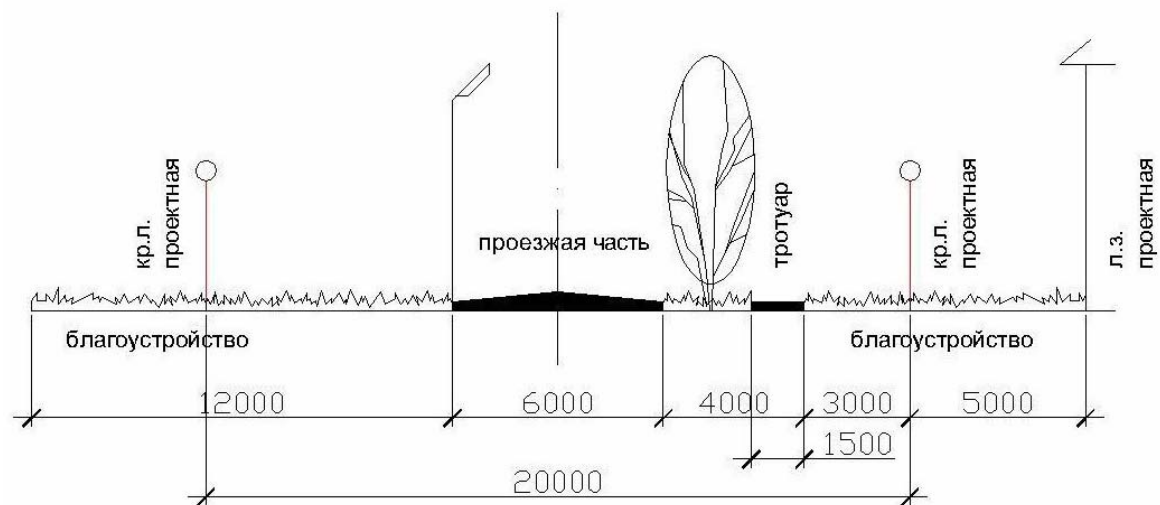


Рис. 6. Улицы районного значения сельских поселений (поселки городского типа)



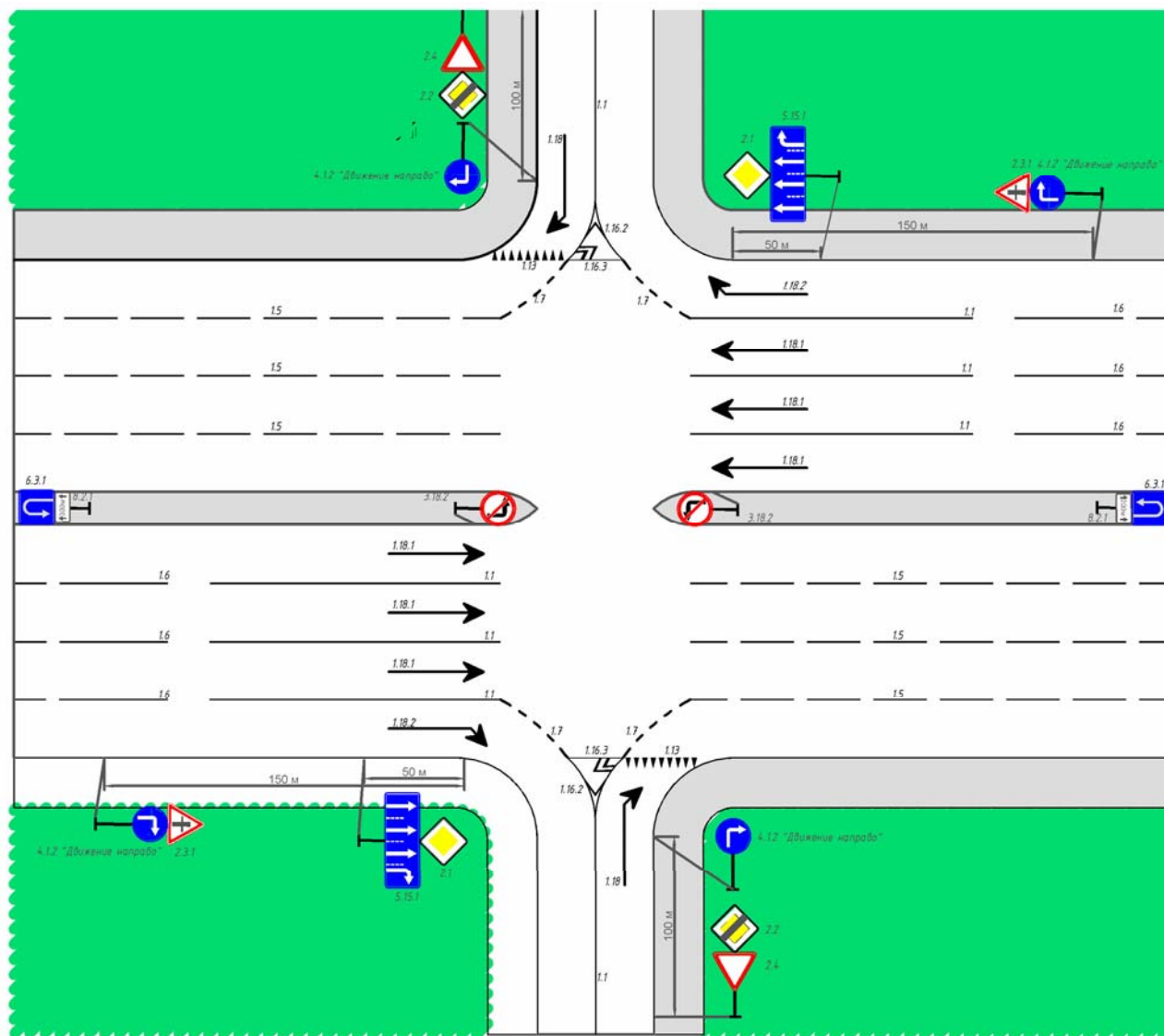


Рис. 2. Поперечный профиль пересечения с его обустройством

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|----|
| Введение | 3 |
| 1. Улично-дорожная сеть города | 4 |
| 1.1. Состав улично-дорожной сети | 4 |
| 1.2. Расчетные параметры улично-дорожной сети и выбор поперечного профиля улицы в красных линиях | 6 |
| 2. Определение пропускной способности улицы и пересечения | 9 |
| 2.1. Определение пропускной способности улицы на перегоне | 9 |
| 2.2. Определение пропускной способности на пересечении | 12 |
| 2.3. Определение числа полос движения | 16 |
| 3. Планировочное решение пересечения | 18 |
| Библиографический список | 19 |
| Приложения | 20 |